

CLIPPEDIMAGE= JP409008347A
PAT-NO: JP409008347A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 09008347 A
TITLE: FABRICATION OF LIGHT EMITTING DIODE

PUBN-DATE: January 10, 1997

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

ABE, HIROMITSU

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

ROHM CO LTD

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP07154694

APPL-DATE: June 21, 1995

INT-CL_(IPC): H01L033/00; H01L021/20

ABSTRACT:

PURPOSE: To obtain a method for fabricating an LED having enhanced emission efficiency by providing a layer for suppressing the current flowing to the underside of an upper electrode through a simple fabrication process without increasing the number of steps of epitaxial growth thereby thereby eliminating useless emission at a place from where the light can not taken out and taking out the emitted light efficiently.

CONSTITUTION: The light emitting diode includes a heterojunction emission layer comprising a first conductivity type lower clad layer 3, an active layer 4 and second conductivity type upper clad layers 5, 7 formed on a semiconductor substrate 1. A reverse layer 6 of conductivity type opposite to that of the upper clad layers 5, 7 is interposed between the upper clad layers 5, 7 and an upper electrode 10 is provided. Subsequently, impurities of conductivity type

opposite to that of the reverse layer 6 are implanted using the upper electrode 10 as a mask and the conductivity type of the reverse layer is set identical to that of the upper clad layers 5, 7 except at the underside of the upper electrode 10.

COPYRIGHT: (C) 1997, JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-8347

(43) 公開日 平成9年(1997)1月10日

(51) Int.Cl.⁶

H 0 1 L 33/00
21/20

識別記号

庁内整理番号

F I

H 0 1 L 33/00
21/20

技術表示箇所

A

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平7-154694

(22) 出願日 平成7年(1995)6月21日

(71) 出願人 000116024

ローム株式会社

京都府京都市右京区西院溝崎町21番地

(72) 発明者 阿部 弘光

京都市右京区西院溝崎町21番地 ローム株式会社内

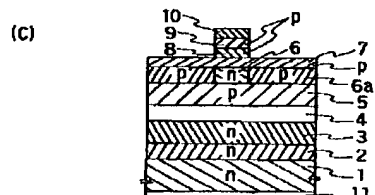
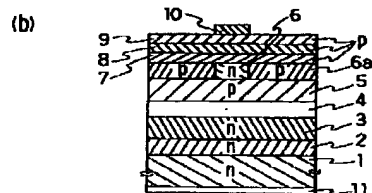
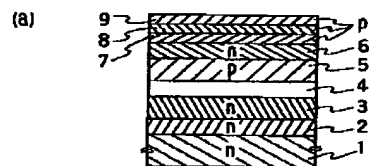
(74) 代理人 弁理士 河村 洸 (外2名)

(54) 【発明の名称】 発光ダイオードの製法

(57) 【要約】

【目的】 エピタキシャル成長工程の数を増やすことなく、簡単な製造工程で上部電極の下側に電流が流れるのを抑制する層が設けられ、外部に光を取り出すことができない場所で発光させるムダをなくして、発光した光を外部に効率よく取り出し発光効率を向上させたLEDがえられる製法を提供する。

【構成】 半導体基板1上に第1導電型の下部クラッド層3、活性層4および第2導電型の上部クラッド層5、7からなるヘテロ接合の発光層を有する発光ダイオードの製法であって、前記上部クラッド層内に該上部クラッド層の導電型と異なる導電型の反転層6を介在させ、上部電極10を設けたのちに該上部電極をマスクとして前記反転層の導電型と異なる導電型の不純物を導入し、前記上部電極の下側以外の前記反転層を前記上部クラッド層の導電型と同じ導電型にすることを特徴とする。



1 半導体基板 5 上部クラッド層 10 上部電極
3 下部クラッド層 6 反転層
4 活性層 7 上部第2クラッド層

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体基板上に第1導電型の下部クラッド層、活性層および第2導電型の上部クラッド層からなるヘテロ接合の発光層を有する発光ダイオードの製法であって、前記上部クラッド層内に該上部クラッド層の導電型と異なる導電型の反転層を介在させ、上部電極を設けたのちに該上部電極をマスクとして前記反転層の導電型と異なる導電型の不純物を導入し、前記上部電極の下側以外の前記反転層を前記上部クラッド層の導電型と同じ導電型にすることを特徴とする発光ダイオードの製法。

【請求項2】 前記上部クラッド層をp型で、前記反転層をn型で形成し、前記反転層に導入する不純物として亜鉛を拡散する請求項1記載の発光ダイオードの製法。

【請求項3】 前記上部クラッド層中に介在させる前記反転層の不純物濃度を $5 \times 10^{16} \sim 1 \times 10^{18} / \text{cm}^3$ とする請求項1または2記載の発光ダイオードの製法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は発光効率を向上させた発光ダイオード（以下、LEDという）の製法に関する。さらに詳しくは、LEDチップ内の電流経路を効率よくすることにより発光層で発光した光が上部電極で遮られるというムダを抑制して発光効率を向上させたLEDの製法に関する。

【0002】

【従来の技術】LEDの中でも活性層がn型クラッド層とp型クラッド層とで挟持され、活性層のバンドギャップエネルギーが両側のクラッド層のバンドギャップエネルギーより小さくなるように材料が選ばれたダブルヘテロ接合構造のLEDは高輝度であり、信号機や自動車のテールランプなどにも需要が拡大している。

【0003】このようなLEDにおいては、LEDチップの表面側に放射された光を利用するため、表面側に設けられる電極は小さく形成されるが、それでも電極の真下で発光し電極側に進んだ光は電極で反射されて有効に利用することができない。そのため、このようなムダな発光をなくしてさらに発光効率を高めるために、素子内部において、発光部と電極との相対的位置関係を調整して、外部への有効な光取出しを行える例が、たとえば、特開平4-229665号公報に記載されている。

【0004】このLEDは図2にその断面構造が示されるように、発光表面側の電極29と上部クラッド層24とのあいだの、該電極29の真下に上部クラッド層24と異なる導電型の半導体層などからなる電流阻止層26が設けられている。この電流阻止層26は全面に成膜後エッチングにより上部電極29の下側のみに残存するように、パターニングされる。そのため、半導体層のエピタキシャル成長工程を中断しエッチング処理をして、そののち再度電流拡散層27などをエピタキシャル成長す

2

る。この構造により、電極29と30とのあいだに形成される電流路は、電極29を出て下方に向かいながら電流拡散層27中を横に広がって電流阻止層26を避けて活性層23に至る。すなわち、この構造においては、上下クラッド層22、24およびこれらに挟まれた活性層23からなる発光層のうち電流が通過する部分で発生する光が上方に向かっても、その真上に金属膜で形成される電極29が存在していないため、これによって光が遮られるというムダが起こらない。そのため、前記発光層で発生する光は取出し効率が高く、輝度の向上をはかることができる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】このような従来のLEDにおいては、電流阻止層26をエッチングする工程が途中で挟まれるため、連続エピタキシャル成長工程が1工程余分に必要となり、スループットが低下する。その結果、素子がコストアップとなり、低コストが要求されるLEDとしては致命的な欠点となる。

【0006】本発明はこのような問題を解決し、エピタキシャル成長工程の数を増やすことなく、簡単な製造工程で上部電極の下側に電流が流れるのを抑制する層が設けられ、外部に光を取り出すことができない場所で発光させるムダをなくして、発光した光を外部に効率よく取り出し、発光効率を向上させたLEDがえられる製法を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明のLEDの製法は、半導体基板上に第1導電型の下部クラッド層、活性層および第2導電型の上部クラッド層からなるヘテロ接合の発光層を有する発光ダイオードの製法であって、前記上部クラッド層内に該上部クラッド層の導電型と異なる導電型の反転層を介在させ、上部電極を設けたのちに該上部電極をマスクとして前記反転層の導電型と異なる導電型の不純物を導入し、前記上部電極の下側以外の前記反転層を前記上部クラッド層の導電型と同じ導電型にすることを特徴とする。

【0008】ここに第1導電型および第2導電型とは、半導体の導電型のn型またはp型のいずれか一方を第1導電型としたとき、他方のp型またはn型が第2導電型であることを意味する。

【0009】前記上部クラッド層をp型で、前記反転層をn型で形成し、前記反転層に導入する不純物として亜鉛を拡散することが好ましい。

【0010】前記上部クラッド層中に介在させる前記反転層の不純物濃度を $5 \times 10^{16} \sim 1 \times 10^{18} / \text{cm}^3$ とすることが、異なる導電型の反転層により生じるpn接合の電位障壁の効果を発揮し電極下部での電流を抑制することができるとともに、周辺部では不純物の導入により導電型を反転させて周囲のクラッド層と同一の導電型にすることができ周辺部での電流を増大することができ

3

るため好ましい。

【0011】

【作用】本発明のLEDの製法によれば、LEDチップで電極の下部に電流が流れないでその周辺を迂回するようにするための反転層を、エッチングをしないで不純物の導入により周囲の導電型を反転させることにより上部電極の下部のみに設けている。そのため、エピタキシャル成長工程の途中にエッチング工程を挟む必要がなく、全ての半導体層を一回の成長工程で積層することができる。その結果、製造工程の作業効率が向上しコストダウンを達成できる。

【0012】一方、反転層の周囲への不純物の導入は上部電極をマスクにして行うため、電極の真下は導電型が変化せず電流を阻止する層として機能し、その周囲は導入された不純物により導電型が周囲のクラッド層と同じ導電型になるため、電流がよく流れる。その結果、上部電極の下側には電流が流れず、その周囲を迂回して流れ、発光層で発光し上方に向かった光は上部電極で遮られることなく表面側から取り出され、高い発光効率がえられる。

【0013】

【実施例】つぎに、図面を参照しながら本発明のLEDの製法について説明する。

【0014】図1は本発明のLEDの製法の一実施例の工程断面説明図である。

【0015】まず、図1(a)に示されるように、たとえばSiが $1 \times 10^{18} / \text{cm}^3$ 程度の濃度にドーパされたn型GaAs基板1の表面に減圧MOCVD法により、たとえばセレン(以下、Seという)が $1 \times 10^{18} / \text{cm}^3$ 程度にドーパされたGaAsからなるn型バッファ層2を0.5 μm 程度成長し、ついでたとえばSeを $3 \times 10^{17} / \text{cm}^3$ 程度にドーパしたIn_{0.49}(Ga_{1-x}Al_x)_{0.51}P(0.5<x \leq 1.0、たとえばx=0.7)からなるn型の下部クラッド層3を1 μm 程度、ノンドープのIn_{0.49}(Ga_{1-y}Al_y)_{0.51}P(0 \leq y<0.5、y<x、たとえばy=0.3)からなる活性層4を0.5 μm 程度、たとえばZnを $5 \times 10^{17} / \text{cm}^3$ 程度にドーパしたIn_{0.49}(Ga_{1-x}Al_x)_{0.51}Pからなるp型の上部クラッド層5を3 μm 程度、たとえばSeを $5 \times 10^{17} / \text{cm}^3$ 程度にドーパしたIn_{0.49}(Ga_{1-x}Al_x)_{0.51}Pからなるn型の反転層6を0.5 μm 程度、たとえばZnを $1 \times 10^{18} / \text{cm}^3$ 程度にドーパしたIn_{0.49}(Ga_{1-x}Al_x)_{0.51}Pからなるp型の上部第2クラッド層7を1 μm 程度、たとえばZnを $1 \times 10^{18} / \text{cm}^3$ 程度にドーパしたp型In_{0.49}Ga_{0.51}Pからなる中間バンドギャップ層8を0.5 μm 程度、たとえばZnを $1 \times 10^{19} / \text{cm}^3$ 程度にドーパしたGaAsからなるコンタクト層9を0.5 μm 程度順次エピタキシャル成長させる。半導体層としてInGaAlP系の化合物半導体材料を用いたばあい、Alの

4

比率が多いとエネルギーバンドギャップが大きくなり、前述のようにy<xとすることにより活性層4のバンドギャップエネルギーがクラッド層3、5、7のそれより小さくなり、ダブルヘテロ接合構造が構成される。

【0016】そののち、Ti-Au合金などからなる上部電極10およびAu-Ge-Ni合金などからなる下部電極11を積層されたコンタクト層9の表面およびn型GaAs基板1の裏面にそれぞれ蒸着などにより形成し、図1(b)に示されるように、上部電極10は中心部以外をエッチングにより除去する。そののち、石英アンブル中でZnを拡散させる。この際上部電極10がマスクとなり、上部電極10の下側には拡散されないで、上部電極10がない部分にZnが拡散する。その結果、反転層6の外周部6a(図1(b)参照)はp型となり、上部電極10の下側のみがn型の反転層6として残り、その外周部6aは上部クラッド層5および上部第2クラッド層7と同じ導電型で同じ組成となる。すなわち、p型の上部クラッド層中にn型の反転層6が上部電極10の下側のみに埋め込まれた形となる。

【0017】つぎに、図1(c)に示されるように、上部電極10以外の部分のコンタクト層9を、たとえば希硫酸と過酸化水素水により、また中間バンドギャップ層8を、たとえば希塩酸などのエッチング液により除去する。これは活性層4から上方に発せられた光を吸収させないで効率よく取り出すためである。

【0018】前述のZn拡散をコンタクト層9と中間バンドギャップ層8のエッチング前に行うのは拡散により荒れた表面を除去するのと、光吸収の原因となる表面の高キャリア濃度の部分を除去するためである。ついで各チップにダイシングし、エポキシ樹脂などでモールドすることにより本発明の方法によるLEDがえられる。

【0019】本発明のLEDの製法ではp型の上部クラッド層5上にn型の反転層6を0.2~1 μm 程度成長させ、さらにp型の上部第2クラッド層7を成長させ、上部電極10を形成したのち、上部電極10をマスクとして反転層6の導電型と異なる導電型の不純物を導入して反転層6のうち、上部電極10の下側以外の部分を上部クラッド層5や上部第2クラッド層7と同じ導電型にすることに特徴がある。この方法を採用することにより、半導体層のエピタキシャル成長の途中にエッチングなどのエピタキシャル成長以外の工程を入れる必要がなく、一度に全ての半導体層をエピタキシャル成長することができ、簡単な工程で上部電極の下に電流が流れるのを抑制し、その周囲に電流が流れて発光層で発光した光を効率よく取り出すことができるLEDがえられる。

【0020】前述の反転層6は0.2~1 μm 程度、さらに好ましくは、0.2~0.5 μm 程度の厚さに形成される。0.2 μm 未満であると電流阻止の効果が不充分で、上部電極の下でも発光して発光効率が低下するからである。またあまり厚すぎると、反転層の導電型を変

5

えるための不純物を拡散する時間を多く要し、コストアップになるとともに、完全に導電型が反転できていないと発光すべき部分にも電流が流れにくくなり好ましくないからである。また、反転層6の不純物濃度は $5 \times 10^{16} \sim 1 \times 10^{18} / \text{cm}^3$ 程度、さらに好ましくは、 $1 \times 10^{17} \sim 5 \times 10^{17} / \text{cm}^3$ 程度にされる。不純物濃度が低すぎると電流阻止の効果が充分でなく、不純物濃度が高すぎると発光させるべき部分での反転層6の導電型を反転させて周囲の上部クラッド層と同程度の不純物濃度にする事ができず、前述のように発光効率が低下するからである。

【0021】前述の反転層6のうち、上部電極10の下側以外の部分の導電型を変えるための不純物の導入は石英アンブル中におけるZnの拡散法で行ったが、拡散以外のイオン注入法などにより行ってもよい。また上部クラッド層5、7がp型で反転層6がn型のばあいにはp型不純物のZnなどを導入する。

【0022】前記実施例により製造したLEDのチップサイズを $0.32\text{mm} \times 0.32\text{mm}$ の大きさにしてエポキシ樹脂でモールドし、 1.9V で 20mA の電流を流した結果、 590nm の波長をピークとする黄色の発光がえられ、 3000mcd （ミリカンデラ）の高輝度がえられた。この輝度は反転層を設けない従来の方法により製造したLEDの同じ条件のときの輝度 1500mcd に比べて100%増の出力であった。

【0023】前記実施例では半導体層がInGaAlP

6

系の化合物半導体材料であったが、他の半導体材料でも本発明の効果を発揮しうる。また前記実施例の不純物材料や不純物濃度も一例であって、これらに限定されるものではない。

【0024】

【発明の効果】本発明のLEDの製法によれば、半導体層のエピタキシャル成長を1回の成長工程で行うことができ、しかも上部クラッド層中に該クラッド層と異なる導電型の反転層を上部電極の下側のみに設けることができるため、上部電極の下側には電流が流れず、発光層からの光を取り出すことができる上部電極の周囲のみに電流を流すことができる。そのため、高効率の発光がえられ、高輝度のLEDが安価にえられる。

【図面の簡単な説明】

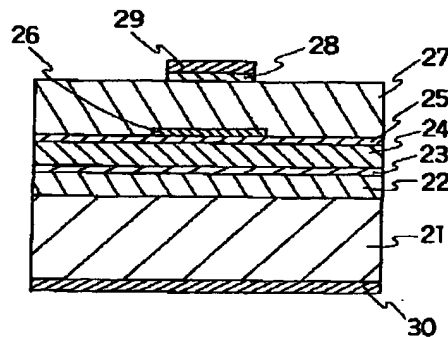
【図1】本発明のLEDの製法を説明する工程断面説明図である。

【図2】従来のLEDの一例の断面説明図である。

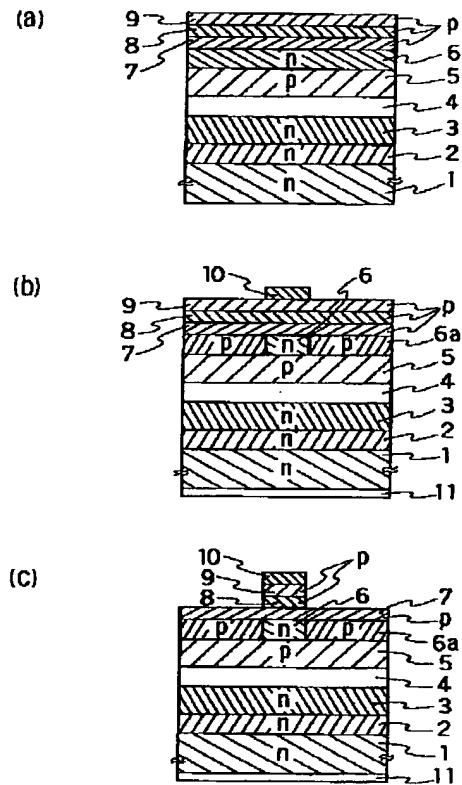
【符号の説明】

- 1 半導体基板
- 3 下部クラッド層
- 4 活性層
- 5 上部クラッド層
- 6 反転層
- 7 上部第2クラッド層
- 10 上部電極

【図2】



【図1】



- | | | |
|-----------|-------------|---------|
| 1 半導体基板 | 5 上部クラッド層 | 10 上部電極 |
| 3 下部クラッド層 | 6 反転層 | |
| 4 活性層 | 7 上部第2クラッド層 | |